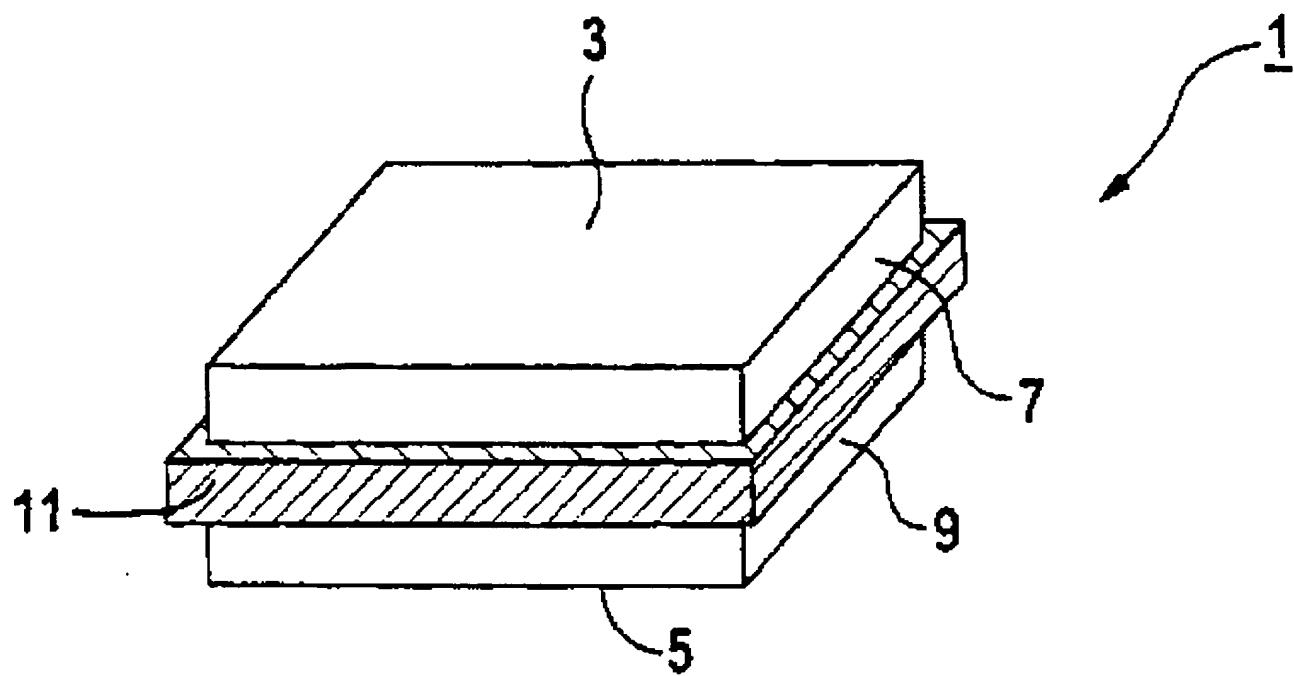


AN: PAT 2002-294393  
TI: Heat shield block especially for lining of combustion chamber wall has circumferential side with tensioning element pretensioned in circumferential direction, with compressive stress created normal to circumferential side face  
PN: EP1191285-A1  
PD: 27.03.2002  
AB: NOVELTY - The heat shield block has a hot side (3) exposed to the hot medium, a wall side (5) lying opposite and circumferential side (7) adjoining the hot side and wall side. The circumferential side has a tensioning element (11) pretensioned in the circumferential direction. A compressive stress is created normal to the circumferential side face (9). The tensioning element extends at least in areas in the circumferential direction. At least one tensioning element completely envelops the circumferential face. DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for a combustion chamber with an inner combustion chamber lining with the proposed heat shield block, and for a gas turbine equipped with said combustion chamber.; USE - The heat shield block is especially for the lining of a combustion chamber wall.  
ADVANTAGE - The heat shield block ensures a high operating reliability both with regard to unlimited thermal expansion and also with regard to stability in relation to mechanical and especially shock-type loads. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a perspective view of a heat shield block with a tensioning element. hot side 3 wall side 5 circumferential side 7 circumferential side face 9 tensioning element 11  
PA: (HOFM/) HOFMANN D; (JEPPEL/) JEPPEL P; (MAGH/) MAGHON H;  
(RETT/) RETTIG U; (SCHM/) SCHMAHL M; (SIEI ) SIEMENS AG;  
(TAUT/) TAUT C;  
IN: HOFMANN D; JEPPEL P; MAGHON H; RETTIG U; SCHMAHL M; TAUT C;  
FA: EP1191285-A1 27.03.2002; US6832484-B2 21.12.2004;  
WO200225173-A1 28.03.2002; EP1319154-A1 18.06.2003;  
US2003177770-A1 25.09.2003;  
CO: AL; AT; BE; CA; CH; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE;  
IT; JP; LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI; TR; US; WO;  
DN: CA; JP; US;  
DR: AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI;  
LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI; TR;  
IC: F02C-001/00; F02G-003/00; F23M-005/02; F23R-003/00;  
F23R-003/42; F27D-001/06; F27D-001/08;  
DC: Q52; Q73; Q77;  
FN: 2002294393.gif  
PR: EP0120788 22.09.2000;  
FP: 27.03.2002  
UP: 31.12.2004

THIS PAGE BLANK (USPTO)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 191 285 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
27.03.2002 Patentblatt 2002/13

(51) Int Cl.7: F23R 3/00, F23M 5/02,  
F27D 1/08, F27D 1/06

(21) Anmeldenummer: 00120788.5

(22) Anmeldetag: 22.09.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- Hofmann, Daniel, Dr.  
45473 Muelheim/Ruhr (DE)

- Jeppel, Paul-Heinz  
45731 Waltrop (DE)
- Maghon, Hans  
45481 Muelheim/Ruhr (DE)
- Rettig, Uwe, Dr.  
80687 München (DE)
- Schmahl, Milan  
45479 Muelheim/Ruhr (DE)
- Taut, Christine, Dr.  
45359 Essen (DE)

(54) Hitzeschildstein, Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung sowie Gasturbine

(57) Die Erfindung betrifft einen Hitzeschildstein (1), insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißseite (3), einer der Heißseite (3) gegenüberliegenden Wandseite (5) und einer an die Heißseite (3) und die Wandseite (5) angrenzenden Umfangsseite (7), die eine Umfangsseitenfläche (9) aufweist. An der Um-

fangsseite (7) ist ein in Umfangsrichtung vorgespanntes Zugelement (11,11A,11B) vorgesehen, wobei eine Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche erzeugt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkammer mit einer Brennkammerauskleidung, die solche Hitzeschildsteine (1) aufweist sowie eine Gasturbine mit einer Brennkammer.

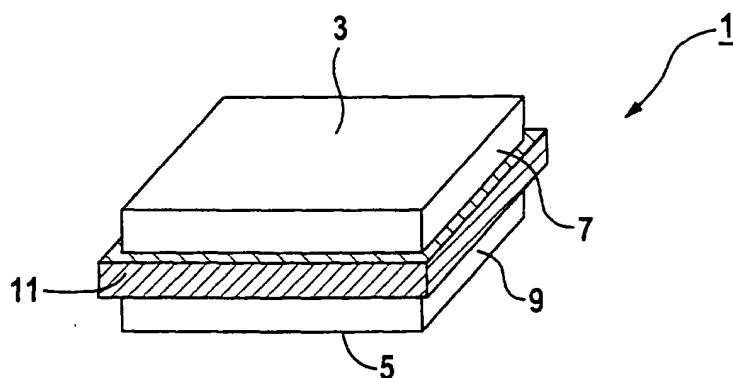


FIG 1

EP 1 191 285 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Hitzeschildstein, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißseite, einer der Heißseite gegenüberliegenden Wandseite und einer an die Heißseite und die Wandseite angrenzenden Umfangsseite, die eine Umfangsseitenfläche aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung sowie eine Gasturbine.

**[0002]** Ein thermisch und/oder thermomechanisch hoch belasteter Brennraum, wie beispielsweise ein Brennofen, ein Heißgaskanal oder eine Brennkammer einer Gasturbine, in dem ein heißes Medium erzeugt und/oder geführt wird, ist zum Schutz vor zu hoher thermischer Beanspruchung mit einer entsprechenden Auskleidung versehen. Die Auskleidung besteht üblicherweise aus hitzeresistentem Material und schützt eine Wandung des Brennraumes vor dem direkten Kontakt mit dem heißen Medium und der damit verbundenen starken thermischen Belastung.

**[0003]** Die US-Patentschrift 4,840,131 betrifft eine Befestigung von keramischen Auskleidungselementen an einer Wand eines Ofens. Hierbei ist ein Schienensystem, welches an der Wand befestigt ist und eine Mehrzahl von keramischen Schienelementen aufweist, vorgesehen. Durch das Schienensystem können die Auskleidungselemente an der Wand gehalten werden. Zwischen einem Auskleidungselement und der Wand des Ofens können weitere keramische Schichten vorgesehen sein, u.a. eine Schicht aus losen, teilweise komprimierten Keramikfasern, wobei diese Schicht zumindest etwa die selbe Dicke wie die keramischen Auskleidungselemente oder eine größere Dicke aufweist. Die Auskleidungselemente weisen hierbei eine rechteckige Form mit planarer Oberfläche auf und bestehen aus einem Wärmeisolierenden feuerfesten keramischen Fasermaterial.

**[0004]** Die US-Patentschrift 4,835,831 behandelt ebenfalls das Aufbringen einer feuerfesten Auskleidung auf einer Wand eines Ofens, insbesondere einer vertikal angeordneten Wand. Auf die metallische Wand des Ofens wird eine aus Glas-, Keramik- oder Mineralfasern bestehende Schicht aufgebracht. Diese Schicht wird durch metallische Klammern oder durch Kleber an der Wand befestigt. Auf dieser Schicht wird ein Drahtmaschennetz mit wabenförmigen Maschen aufgebracht. Das Maschennetz dient ebenfalls der Sicherung der Schicht aus Keramikfasern gegen ein Herabfallen. Auf die so befestigte Schicht wird mittels eines geeigneten Sprühverfahrens eine gleichmäßige geschlossene Oberfläche aus feuerfestem Material aufgebracht. Mit dem beschriebenen Verfahren wird weitgehend vermieden, dass während des Aufsprühens auftreffende feuerfeste Partikel zurückgeworfen werden, wie dies bei einem direkten Aufsprühen der feuerfesten Partikel auf die metallische Wand der Fall wäre.

**[0005]** Eine keramische Auskleidung der Wandungen von thermisch hoch beanspruchten Brennräumen, beispielsweise von Gasturbinenbrennkammern, ist in der EP 0 724 116 A2 beschrieben. Die Auskleidung besteht aus Wandelementen aus hochtemperaturbeständiger Strukturkeramik, wie z.B. Siliciumcarbid (SiC) oder Siliciumnitrid ( $Si_3N_4$ ). Die Wandelemente sind mechanisch mittels eines zentralen Befestigungsbolzens federelastisch an einer metallischen Tragstruktur (Wandung) der Brennkammer befestigt. Zwischen dem Wandelement und der Wandung des Brennraumes ist eine Dicke thermische Isolationsschicht vorgesehen, so dass das Wandelement von der Wandung der Brennkammer entsprechend beabstandet ist. Die im Verhältnis zum Wandelement etwa dreimal so dicke Isolationsschicht besteht aus keramischem Fasermaterial, dass in Blöcken vorgefertigt ist. Die Abmessungen und die äußere Form der Wandelemente sind an die Geometrie des auszukleidenden Raumes anpassbar.

**[0006]** Eine andere Art der Auskleidung eines thermisch hoch belasteten Brennraumes ist in der EP 0 419 487 B1 angegeben. Die Auskleidung besteht aus Hitzeschildelementen, die mechanisch an einer metallischen Wandung des Brennraumes gehalten sind. Die Hitzeschildelemente berühren die metallische Wandung direkt. Um eine zu starke Erwärmung der Wandung zu vermeiden, z.B. infolge eines direkten Wärmeübergangs vom Hitzeschildelement oder durch Einbringen von heißem Medium in die durch die voneinander angrenzenden Hitzeschildelementen gebildeten Spalte, wird der von der Wandung des Brennraumes und dem Hitzeschildelement gebildete Raum mit Kühlluft, der sogenannten Sperrluft beaufschlagt. Die Sperrluft verhindert das Vordringen von heißem Medium bis zu Wandung und kühl gleichzeitig die Wandung und das Hitzeschildelement.

**[0007]** Die WO 99/47874 betrifft ein Wandsegment für einen Brennraum sowie einen Brennraum einer Gasturbine. Hierbei wird ein Wandsegment für einen Brennraum, welcher mit einem heißen Fluid, z.B. ein Heißgas, beaufschlagbar ist, mit einer metallischen Tragstruktur und einem auf der metallischen Tragstruktur befestigten Hitzeschutzelement angegeben. Zwischen die metallische Tragstruktur und das Hitzeschutzelement wird eine verformbare Trennlage eingefügt, die mögliche Relativbewegungen des Hitzeschutzelements und der Tragstruktur aufnehmen und ausgleichen soll. Solche Relativbewegungen können beispielsweise in der Brennkammer einer Gasturbine, insbesondere einer Ringbrennkammer, durch unterschiedliches Wärmedehnverhalten der verwendeten Materialien oder durch Pulsationen im Brennraum, die bei einer unregelmäßigen Verbrennung zur Erzeugung des heißen Arbeitsmediums oder durch Resonanzeffekte entstehen können, hervorgerufen werden. Zugleich bewirkt die Trennschicht, dass das relativ unelastische Hitzeschutzelement insgesamt flächiger auf der Trennschicht und der metallischen Tragstruktur aufliegt, da das Hitzeschutz-

element teilweise in die Trennschicht eindringt. Die Trennschicht kann so fertigungsbedingte Unebenheiten an der Tragstruktur und/oder dem Hitzeschutzelement, die lokal zu einem ungünstigen punktuellen Krafeintrag führen können, ausgleichen.

[0008] Die Erfindung geht von der Beobachtung aus, dass, insbesondere keramische, Hitzeschildsteine aufgrund ihrer notwendigen Flexibilität hinsichtlich thermischer Ausdehnungen häufig nur unzureichend gegenüber mechanischen Belastungen, wie beispielsweise Stöße oder Vibrationen, gesichert sind.

[0009] Der Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, einen Hitzeschildstein anzugeben, welcher sowohl hinsichtlich unbeschränkter thermischer Ausdehnung als auch hinsichtlich der Stabilität gegenüber mechanischen, insbesondere stoßartigen, Belastungen eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung sowie die Angabe einer Gasturbine mit einer Brennkammer.

[0010] Die auf einen Hitzeschildstein gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Hitzeschildstein, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißseite, einer der Heißseite gegenüberliegenden Wandseite und einer an die Heißseite und die Wandseite angrenzenden Umfangsseite, die eine Umfangsseitenfläche aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass an der Umfangsseite ein in Umfangsrichtung vorgespanntes Zugelement vorgesehen ist, wobei eine Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche erzeugt wird.

[0011] Mit der Erfindung wird ein völlig neues Konzept aufgezeigt, Hitzeschildsteine gegenüber hohen Beschleunigungen infolge Stößen oder Vibrationen dauerhaft zu sichern. Die Erfindung geht dabei bereits von der Erkenntnis aus, dass Brennkammersteine, wie sie üblicherweise zur Auskleidung einer Brennkammerwand verwendet werden, durch stationäre und/oder transiente Schwingungen in der Brennkammerwand zu entsprechenden Schwingungen angeregt werden. Dabei können, insbesondere in einem Resonanzfall, erhebliche Beschleunigungen oberhalb einer Grenzbeschleunigung auftreten, wobei die Hitzeschildsteine von der Brennkammerwand abheben und in der Folge wieder aufschlagen. Ein solcher Aufschlag auf die massive oder auch teilweise gedämpfte Brennkammerwand führt zu sehr hohen Kräften auf die Hitzeschildsteine und kann zu erheblichen Beschädigungen, z.B. Bruch an diesen führen. Hinzu kommt die große thermische Belastung des Hitzeschildsteins aufgrund der Beaufschlagung des Hitzeschildsteins mit einem heißen Medium im Betrieb. Sowohl auf der Wandseite als auch auf der Heißseite des Hitzeschildsteins können somit Anrisse auftreten, wobei auch die Gefahr eines Herauslösens von Material aus dem Hitzeschildstein besteht.

Dies führt zu einer erheblichen Reduzierung der Dauerhaltbarkeit eines Hitzeschildsteins, vor allem weil solche Anrisse zu einem Materialdurchriss und somit zu einem Bruch und somit Versagen des gesamten Hitzeschildsteins führen können. In der Folge besteht die Gefahr, dass Bruchstücke in den Brennraum gelangen und weitere Bauteile der Brennkammer oder, beispielsweise beim Einsatz in einer Gasturbine, den empfindlichen Beschaufelungsbereich mit Turbinenschaufeln massiv schädigen.

[0012] Mit dem vorgeschlagenen Hitzeschildstein mit einem an der Umfangsseite in Umfangsrichtung vorgespannten Zugelement, wird erstmals eine äußerst effiziente und langzeitstabile Sicherung für einen Hitzeschildstein angegeben. Das Zugelement ist in Umfangsrichtung vorgespannt, wobei eine gewisse Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche erzeugt wird. Durch diese Normalkraft, die in Richtung des Inneren des Hitzeschildsteins in dessen Zentrum gerichtet ist, wird der Hitzeschildstein bereits bei sehr geringen Normalkräften gesichert. Hierdurch wird einem Materialanriß, beispielsweise infolge einer Stoßbelastung, wirkungsvoll entgegengetreten. Vorhandene Materialanrisse können sich bei entsprechender Anordnung und Ausgestaltung des Zugelements nicht oder nur eingeschränkt weiterbilden oder ausdehnen. Das Zugelement hält den Hitzeschildstein sozusagen zusammen und sichert ihn einerseits gegenüber Materialanrisse und andererseits vor allem gegenüber einem vollständigen Materialdurchriss. Zusätzlich wird der Gefahr eines Herauslösens oder Herausfallens von kleineren oder größeren Bruchstücken im Falle eines möglichen Materialdurchisses wirkungsvoll entgegengetreten.

[0013] Durch das Vorsehen des Zugelements an der Umfangsseite des Hitzeschildsteins werden vorteilhafte Vibrationen und/oder Stoßbelastungen mit einer Komponente normal zur Umfangsseitenfläche gedämpft. Bei entsprechender Ausgestaltung und Materialwahl für das Zugelement kann die Dämpfungskonstante entsprechend den auftretenden Belastungen eingestellt werden. Solche Stoßbelastungen normal zur Umfangsseitenfläche können beispielsweise bei der Anordnung mehrerer Hitzeschildsteine infolge der Relativbewegung benachbarter Hitzeschildsteine auftreten. Durch diese Dämpfung kann ein längerer Einsatz des Hitzeschildstein gewährleistet werden.

[0014] Von besonderem Vorteil ist die Erhöhung der passiven Sicherheit des Brennkammersteins gegenüber den herkömmlichen Ausgestaltungen. Einem Materialanriß oder -urchriss wird entgegengetreten, wobei im Durchrissfall ein Herauslösen von Bruchstücken des Brennkammerstein weitgehend verhindert wird.

[0015] Durch die Ausgestaltung des Hitzeschildstein mit dem Zugelement ergibt sich weiterhin der Vorteil einer problemlosen Vorfertigbarkeit und einfachen Montierbarkeit des Hitzeschildsteins, beispielsweise zur Montage in einer Brennkammerwand. Das Zugelement wird einfach an der Umfangsseite angebracht und in

Umfangsrichtung je nach Anforderung vorgespannt. Separate Dämpfungs- und/oder Sicherungselemente, wie sie bei herkömmlichen Hitzeschildsteinen zusätzlich zu finden sind, erfordern gegenüber dem Hitzeschildstein der Erfindung einen erheblich größeren Montage- und Justieraufwand. Bei einer Revision muss gegebenenfalls lediglich der Hitzeschildstein ausgetauscht werden, nicht aber zusätzliche Sicherungselemente. Diese hohe Flexibilität einerseits sowie die erreichbare Dauerhaltbarkeit des Hitzeschildsteins andererseits sind auch im Hinblick auf wirtschaftliche Gesichtspunkte von besonderem Vorteil. Insbesondere Revisions- oder Wartungsintervalle für den Hitzeschildstein, beispielsweise bei einer Anwendung in einer Brennkammer einer Gasturbine, werden verlängert. Im Falle eines Bruchs eines Hitzeschildsteins muss nicht unmittelbar der Betrieb zur Revision der Anlage eingestellt werden, weil aufgrund der erhöhten passiven Sicherheit ein Weiterbetrieb bis zum turnusgemäßen Revisionsintervall oder darüber hinaus möglich ist.

**[0016]** Vorteilhafterweise ist die Druckspannung, die normal zur Umfangsseitenfläche erzeugt wird durch entsprechende Vorspannung des Zugelements einstellbar.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausgestaltung erstreckt sich das Zugelement zumindest bereichsweise in Umfangsrichtung. Infolge der jeweiligen Geometrie des Hitzeschildsteins, beispielsweise in Form von Prismen mit einer vieleckigen Grundfläche, können auf der Umfangsseite, die die Umfangsseitenfläche aufweist, verschiedene Bereiche gebildet sein. Damit das Zugelement zur Erhöhung der passiven Sicherheit des Brennkammersteins seine Wirkung voll entfalten kann, ist es sinnvoll, dass das Zugelement sich zumindest bereichsweise, insbesondere auch bereichsübergreifend, in Umfangsrichtung erstreckt. Somit kann in einem Bereich eine entsprechende Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche erzeugt werden.

**[0018]** Vorzugsweise sind mehrere Zugelemente vorgesehen. Die Anordnung und Ausgestaltung der Zugelemente an der Umfangsseite kann durch die Verwendung mehrerer Zugelemente sehr flexibel vorgenommen werden. Durch die Verwendung mehrerer Zugelemente können kritische Bereiche des Hitzeschildsteins, beispielsweise Ecken oder Kanten, in denen ein Anriß oder Durchbruch oder ein Herauslösen eventueller Bruchstücke zu erwarten wäre, gezielt gesichert werden. Die Betriebssicherheit des Hitzeschildsteins wird hierdurch weiter erhöht.

**[0019]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung umschließt ein Zugelement die Umfangsseitenfläche vollständig. Durch diese Konfiguration wird eine sichernde Normalkraft auf die Umfangsseitenfläche über den gesamten Umfang des Hitzeschildsteins gewährleistet. Es wird sozusagen ein geschlossener Ringschluss erreicht, wobei der Hitzeschildstein insgesamt durch die lokal in das Innere des Hitzeschildsteins gerichteten Kräfte in vorteilhafter Weise umfassend passiv gesi-

chert ist. Bereits ein solches Zugelement, welches die Umfangsseitenfläche vollständig umschließt, kann dieses gewährleisten. Je nach Belastungsfall sind aber auch mehrere solche vollständig die Umfangsseitenfläche umschließende Zugelemente anbringbar.

**[0020]** Bevorzugt umschließt das Zugelement die Umfangsfläche mehrfach. Ein mehrfach die Umfangsfläche umschließendes Zugelement verstärkt die Sicherungswirkung des Zugelements entsprechend vielfach, wobei sich die normal zur Umfangsseitenfläche gerichteten Sicherungskräfte vergrößern. Durch dieses mehrfach Umschließen bildet das Zugelement sozusagen eine mehrfache Armierung des Hitzeschildsteins an der Umfangsseite. Durch diese Mehrfachsicherung wird eine besonders hohe Betriebssicherheit erreicht mit den bereits weiter oben diskutierten wirtschaftlichen Vorteilen.

**[0021]** Weiter bevorzugt weist die Umfangsseite eine Umfangsnut auf, in die das Zugelement eingreift. Die Umfangsnut ist dabei vorteilhafterweise über den gesamten Umfang auf der Umfangsseite gebildet, beispielsweise durch entsprechende materialabtragende Bearbeitung des Hitzeschildsteins oder durch Ausformen der Umfangsnut beim Herstellen des Hitzeschildsteins aus einer, beispielsweise keramischen, Formmasse. Durch den Eingriff des Zugelements in die Umfangsnut ist eine sehr wirkungsvolle Hitzeschildsteinsicherung erreicht, wobei zusätzlich das Zugelement in der Umfangsnut vor einer direkten Beaufschlagung mit einem Heißgas, wie es im Betriebsfall vorgesehen ist, geschützt ist. Weiterhin bildet die Umfangsnut eine Herausfallsicherung für das Zugelement oder, sofern mehrere Zugelemente zum Einsatz kommen, für die in die Umfangsnut eingreifenden Zugelemente. Vorteilhafterweise erstreckt sich die Umfangsnut über den gesamten Umfang des Hitzeschildsteins. In einer alternativen Ausgestaltung ist es jedoch auch möglich, dass die Umfangsnut nicht über den vollen Umfang des Hitzeschildsteins ausgebildet ist, sondern nur in einem jeweils wählbaren Teilbereich der Umfangsseite.

**[0022]** Weiter bevorzugt ist mindestens eine weitere Umfangsnut vorgesehen, die zur Umfangsnut beabstandet ist, wobei ein Zugelement in die weitere Umfangsnut eingreift. Die Umfangsnut kann dabei beispielsweise an dem der Heißseite des Brennkammersteins zugewandten Ende der Umfangsseite vorgesehen sein, während die weitere Umfangsnut an dem der Wandseite zugewandten Ende der Umfangsseite vorgesehen ist. Eine Vielfachsicherung mit Umfangsnuten, in die jeweils zumindest ein Zugelement eingreift, wird hierdurch gewährleistet, wobei die für eine Umfangsnut angesprochenen Vorteile sich entsprechend in verstärkter Weise ergeben.

**[0023]** Vorzugsweise ist das Zugelement als Schnur oder Band, insbesondere geflochten oder gewebt, ausgestaltet. Zur Aufbringung einer einstellbaren Zugkraft mittels Vorspannung weist die Schnur oder das Band wahlweise eine gewisse Elastizität auf. Als Zugelement

kommt auch ein Draht oder ein Drahtgeflecht in Frage. Somit kann für das Zugelement auf weitgehend konventionell erhältliche Vorprodukte zurückgegriffen werden, was die Realisierung des Hitzeschildsteins mit dem Zugelement erleichtert und auch kostenmäßig den Einsatz in Grenzen sehr interessant erscheinen lässt.

[0024] Vorteilhafterweise ist hierbei auch ein Umrüsten herkömmlicher Hitzeschildsteine gemäß dem neuen Konzept möglich. Die Zugelemente in Form einer Schnur oder eines Bandes, welche beispielsweise geflochten oder gewebt sind, können auf einfache Weise auf vorhandene herkömmliche Hitzeschildsteine aufgebracht werden.

[0025] In einer bevorzugten Ausgestaltung besteht das Zugelement aus einem keramischen Material, insbesondere aus einem keramischen Fasermaterial. Keramisches Material ist hochtemperaturfest sowie oxidations- und/oder korrosionsbeständig und eignet sich daher hervorragend für den Einsatz für einen Hitzeschildstein in einer Brennkammer. Schnüre und/oder Bänder bestehen dabei vorzugsweise aus keramischen Fasern, welche für einen Einsatz von bis zu 1200 °C geeignet sind. Die chemische Zusammensetzung dieser Fasern ist beispielsweise 62 Gew.-% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 24 Gew.-% SiO<sub>2</sub> und 14 Gew.-% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Die Fasern sind dabei aus einer Vielzahl einzelner Filamente zusammengesetzt, wobei die Filamente einen Durchmesser von etwa 10 bis 12 µm aufweisen. Die maximale Kristallitgröße beträgt bei diesen Keramikfasern typischerweise 500 nm. Aus dem keramischen Fasermaterial lassen sich auf einfache Weise Gewebe, Gewirke oder Geflechte der gewünschten Größe und Dicke oder auch Schnüre oder Bänder herstellen. Mit einem derart ausgestalteten Zugelement ist eine dauerhafte Sicherung des Hitzeschildsteins auch bei sehr großen Betriebstemperaturen, wie sie beispielsweise in einer Brennkammer einer Gasturbine auftreten, gewährleistet.

[0026] Bevorzugt ist das Zugelement zumindest teilweise mit dem Hitzeschildstein verklebt. Durch die Verklebung wird eine zusätzliche Sicherung des Zugelements gegenüber einem möglichen Herauslösen erreicht und die Dauerhaltbarkeit entsprechend erhöht. Beim Verkleben des Zugelements mit dem Hitzeschildstein, kann sowohl ein konventioneller Klebstoff als auch ein hochtemperaturfester Kleber zum Einsatz kommen. Auch können Kleber auf Silicatbasis zum Einsatz kommen, die hervorragende Klebereigenschaften und eine große Temperaturbeständigkeit aufweisen. Als besonders vorteilhaft erweist sich bei der Verbindung die Verwendung von keramischen oder metallischen Materialien für das Zugelement, insbesondere bei einer keramischen Schnur oder einem keramischen Band, weil dieses aufgrund der Gewebestruktur eine gewisse Luftdurchlässigkeit aufweist (Porösität), was ein gutes Verbinden des Zugelements mit dem Hitzeschildstein befördert. Die Verklebung ist besonders effektiv, falls die Konfiguration mit einer Umfangsnut gewählt wird, in die ein Zugelement eingreift. Dadurch kann der Kleber zum

Verkleben in die Umfangsnut eingelassen werden, wodurch eine besonders sichere Verbindung herstellbar ist. Der Kleber kann dabei sowohl lokal an verschiedenen Stellen der Umfangsnut eingebracht werden oder die Umfangsnut, beispielsweise im Nutgrund, bereichsweise oder vollständig benetzen. Das Zugelement wird durch die Verklebung sozusagen integraler Bestandteil des Hitzeschildsteins, wobei die Verklebung lösbar oder, sofern gewünscht, für einen Revisionsfall unlösbar ausgeführt sein kann.

[0027] Bevorzugt besteht der Hitzeschildstein aus einem keramischen Grundmaterial, insbesondere aus einer Feuerfestkeramik. Durch die Wahl einer Keramik als Grundmaterial für den Hitzeschildstein ist der Einsatz des Hitzeschildsteins bis zu sehr hohen Temperaturen sicher gewährleistet, wobei zugleich oxidative und/oder korrosive Angriffe, wie sie bei einer Beaufschlagung der Heißseite des Hitzeschildsteins mit einem heißen Medium, z.B. einem Heißgas, auftreten, weitestgehend unschädlich für den Hitzeschildstein sind. Vorteilhafterweise ist das Zugelement mit dem keramischen Grundmaterial des Hitzeschildsteins gut verbindbar. Die feste Verbindung kann dabei auch, wie bereits oben angeprochen, als lösbare Verbindung ausgestaltet sein. In Frage kommen neben der Verklebung auch das Anbringen des Zugelements mittels geeigneten Befestigungselementen an der Umfangsseite, z.B. durch eine Verklemmerung oder durch eine Verschraubung. Durch die Wahl eines Zugelements, welches zumindest teilweise aus einem keramischen Material besteht, ist auch eine gute Anpassung an das keramische Grundmaterial des Hitzeschildsteins hinsichtlich der thermomechanischen Eigenschaften erreicht. Durch die feste Verbindung des Zugelements mit dem Grundmaterial ist der Hitzeschildstein vorteilhafterweise in einer Art Verbund mit dem Zugelement ausgestaltet. Dadurch ist eine kompakte Bauweise und Struktur des Hitzeschildsteins gegeben, die eine außerordentlich große Dauerhaltbarkeit und passive Sicherheit selbst bei großen thermischen und/oder mechanischen Belastungen aufweist. Dies ist von besonders großem Vorteil beim Einsatz des Hitzeschildsteins in einer Brennkammer, weil selbst nach einem Anriß oder Materialdurchriss die Hitzeschildfunktion des Hitzeschildsteins weiterhin gewährleistet ist, insbesondere sicher keine Bruchstücke in den Brennraum gelangen können.

[0028] Wirtschaftlich ergibt sich hieraus einerseits der Vorteil, dass im normalen Betriebsfall keine außerordentliche Wartung und/oder Revision einer den Hitzeschildstein aufweisenden Brennkammer erforderlich ist. Andererseits verfügt der Hitzeschildstein im Fall besonderer Vorkommnisse über Notlaufeigenschaften, so dass Folgeschäden für eine Turbine, beispielsweise die Beschaukelung, vermieden werden können. Die Brennkammer kann zumindest mit den üblichen Wartungszyklen betrieben werden, wobei aber zudem eine Verlängerung der Standzeiten aufgrund der mit dem Zugelement erhöhten passiven Sicherheit erzielbar ist.

[0029] Die auf eine Brennkammer gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung, die Hitzeschildsteine gemäß den obigen Ausführungen aufweist.

[0030] Die auf eine Gasturbine gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Gasturbine mit einer solchen Brennkammer.

[0031] Die Vorteile einer solchen Brennkammer oder einer solchen Gasturbine ergeben sich entsprechend den Ausführungen zu dem Hitzeschildstein.

[0032] Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen hierbei schematisch und teilweise vereinfacht:

FIG 1 eine perspektivische Ansicht eines Hitzeschildsteins mit Zugelement,

FIG 2 eine Draufsicht auf die Heißseite des Hitzeschildsteins der FIG 1,

FIG 3 in einer perspektivischen Darstellung einen gegenüber FIG 1 modifizierten Hitzeschildstein,

FIG 4 bis FIG 6 jeweils eine Ansicht eines Hitzeschildsteins mit gegenüber den Figuren 1 bis 3 modifizierten Anordnung des Zugelements,

FIG 7 eine perspektivische Ansicht eines Hitzeschildsteins mit Umfangsnut,

FIG 8 und FIG 9 jeweils eine Schnittansicht eines Hitzeschildsteins mit Varianten bezüglich der Umfangsnut,

FIG 10 eine Anordnung mit zwei Hitzeschildsteinen,

FIG 11 eine Draufsicht auf eine Anordnung von Hitzeschildsteinen an einer Tragwand, und

FIG 12 einen stark vereinfachten Längsschnitt durch eine Gasturbine.

[0033] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

[0034] FIG 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht einen Hitzeschildstein 1. Der Hitzeschildstein 1 weist eine Heißseite 3 und eine der Heißseite 3 gegenüberliegende Wandseite 5 auf. An die Heißseite 3 und die Wandseite 5 grenzt eine Umfangsseite 7 des Hitzeschildsteins 1 an. Die Umfangsseite 7 weist eine Umfangsseitenfläche 9 auf. Die Heißseite 3 ist beim Einsatz des Hitzeschildsteins mit einem heißen Medium, beispielsweise einem heißen Gas, beaufschlagt. An der Umfangsseite 7 des Hitzeschildsteins 1 ist ein in Um-

fangsrichtung vorgespanntes Zugelement 11 vorgesehen. Das Zugelement ist derart vorgespannt, dass eine Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche 9 erzeugt wird. Zur Erzeugung einer Vorspannung in Umfangsrichtung kann das Zugelement eine gewisse Elastizität aufweisen. Mit dem Zugelement 11 ist eine deutliche Erhöhung der passiven Sicherheit und damit Dauerhaltbarkeit des Hitzeschildsteins 1 beim Einsatz in einem Brennraum, beispielsweise in der Brennkammer einer Gasturbine, erreicht.

[0035] Wie in FIG 2, die eine Draufsicht auf den in FIG 1 dargestellten Hitzeschildstein auf die Heißseite 3 zeigt, verdeutlicht, ist das Zugelement 11 über den vollen Umfang des Hitzeschildsteins 1 an der Umfangsseite angebracht. Durch die Vorspannung des Zugelements 11 in Umfangsrichtung werden Druckkräfte S1,S2,S3,S4 normal zur Umfangsseitenfläche 9 erzeugt. Die Druckkräfte S1 bis S4 sind dabei einwärts in das Innere des Hitzeschildsteins 1 hinein gerichtet. Im vorliegenden Fall ist der Hitzeschildstein 1 quaderförmig, hier mit einer quadratischen Grundfläche ausgestaltet. Durch den Ringschluss infolge der Anordnung des Zugelements 11 über den gesamten Umfang des Hitzeschildsteins 1 wird auf jede Seitenfläche des quaderförmigen Hitzeschildsteins 1 eine jeweilige resultierende Druckkraft S1 bis S4 erzeugt. Hierdurch ist der Hitzeschildstein 1 gegenüber der Gefahr einer Rissbildung oder Rissausbreitung auf der Heißseite 3, der Wandseite 5 oder der Umfangsseite 7 weitgehend geschützt. Durch den Ringschluss ist vor allem bei einem Materialdurchriss ein Herauslösen von Material aus dem Hitzeschildstein 1 unterbunden. Die Dauerhaltbarkeit des Hitzeschildsteins 1 ist hierdurch erhöht, so dass auch bei einem Materialdurchriss eine Revision des Hitzeschildsteins 1 nicht erforderlich ist, sondern die üblichen Revisions- und Wartungszyklen oder auch längere Intervalle erreicht werden. Durch das Zugelement 11 ist im Riss- oder Stoßbruchfall der Hitzeschildstein 1 gesichert, weil ein Herauslösen möglicher Bruchstücke nur unter Arbeitsaufwand aus dem Verbund des Hitzeschildsteins 1 möglich ist. Die durch das Zugelement 11 induzierten Druckkräfte S1 bis S4 halten den Hitzeschildstein 1 dauerhaft zusammen. Das Zugelement 11 ist in vorliegendem Beispiel von bandförmiger Geometrie. Das Zugelement 11 kann insbesondere geflochten oder gewebt sein.

[0036] In FIG 3 ist in einer perspektivischen Darstellung ein Hitzeschildstein 1 dargestellt, wobei der Hitzeschildstein 1 gegenüber der Darstellung aus FIG 1 ein erstes Zugelement 11A sowie ein zweites Zugelement 11B aufweist. Die Zugelemente 11A, 11B sind an der Umfangsseite 7 vorgesehen und jeweils in Umfangsrichtung vorgespannt, so dass eine Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche 9 erzeugt wird. Das erste Zugelement 11A ist an dem der Heißseite 3 zugewandten Ende der Umfangsseite 7 angeordnet. Das Zugelement 11B ist an dem der Wandseite 5 zugeordneten Ende der Umfangsseite 7 angeordnet. Durch diese

Doppelsicherung mit zwei über den vollen Umfang des Hitzeschildsteins 1 vorgespannten Zugelementen 11A, 11B kann sowohl im Bereich der Heißseite 3 als auch im Bereich der Wandseite 5 infolge der Druckkräfte normal zur Umfangsseitenfläche 9 ein Herauslösen möglicher Bruchstücke infolge Stoßbruchs thermisch induzierten Rissbildung auf der Wandseite 5 bzw. der Heißseite 3 sicher vermieden werden.

[0037] In den Figuren 4 bis 6 sind verschiedene Ansichten auf einen Hitzeschildstein 1 dargestellt. FIG 4 zeigt eine ersten Seitenansicht, FIG 5 eine zweite, um 90° gedrehte, Seitenansicht, während FIG 6 eine Draufsicht auf die Heißseite 3 des Hitzeschildstein 1 zeigt. Es sind vier Zugelemente 11A, 11B, 11C, 11D vorgesehen, die jeweils unter Vorspannung an der Umfangsseite 7 angebracht sind. Jedes der Zugelemente 11A bis 11D erstreckt sich über drei der vier Seitenflächen des quaderförmigen Hitzeschildsteins. Die Zugelemente 11A, 11B sind an dem der Heißseite 3 zugewandten Ende der Umfangsseite 7 vorgesehen. Die Zugelemente 11C, 11D sind an dem der Wandseite 5 zugewandten Ende der Umfangsseite 7 angeordnet. In ihrer Gesamtwirkung ergibt sich durch die Anordnung durch die Zugelemente 11A bis 11D ein Ringschluss über die gesamte Umfangsseitenfläche 9 des Hitzeschildsteins 1 (siehe FIG 6), so dass jede der vier die Umfangsseite 7 des quaderförmigen Hitzeschildsteins 1 bildenden Seitenflächen eine Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche 9 erfahren. Durch diese Konfiguration ist eine gewisse Materialersparnis bei den Zugelementen 11A bis 11D erzielbar, bei nahezu gleicher Sicherungswirkung gegenüber Bruchgefahr wie etwa bei der in FIG 3 gezeigten Konfiguration.

[0038] FIG 7 zeigt in perspektivischer Darstellung einen Hitzeschildstein 1 mit gegenüber den Figuren 1 bis 6 modifizierter Ausgestaltung. Der Hitzeschildstein 1 weist an der Umfangsseite 7 eine Umfangsnut 13 auf. Die Umfangsnut 13 ist über den gesamten Umfang des Hitzeschildsteins 1 ausgebildet. In die Umfangsnut 13 greift ein Zugelement 11 ein. Das Zugelement 11 in der Umfangsnut 13 umschließt die Umfangsseitenfläche 9 zweifach. Es ist auch möglich, dass das Zugelement 11 die Umfangsseitenfläche 9 mehrfach, insbesondere drei- oder vierfach, umschließt (siehe FIG 8 bis 10). Durch den Eingriff des Zugelements 11 in die Umfangsnut 13 ist neben einer Erhöhung der passiven Sicherheit des Hitzeschildsteins 1 das Zugelement 11 geschützt. Beispielsweise kann beim Einsatz des Hitzeschildsteins 1 in einem Brennraum eine direkte Beaufschlagung des Zugelements 11 mit einem heißen, korrosiven oder oxidativen Gas, durch den Eingriff in die Nut 13 verhindert werden.

[0039] In FIG 8 und 9 ist jeweils eine Schnittansicht eines Hitzeschildsteins 1 dargestellt. Der Hitzeschildstein 1 der FIG 8 weist eine Umfangsnut 13 auf, während der Hitzeschildstein 1 der FIG 9 eine Umfangsnut 13A sowie eine weitere Umfangsnut 13B aufweist. In die Umfangsnuten 13, 13A, 13B greift jeweils ein jeweiliges Zugele-

ment 11, 11A, 11B ein. Die Zugelemente 11A, 11B, 11C umschließen die Umfangsseitenfläche 9 dabei mehrfach. Das Zugelement 11 in der Umfangsnut 13 umschließt die Umfangsseitenfläche 9 dreifach (FIG 8), während das Zugelement 11A die Umfangsseitenfläche 9 vierfach und das Zugelement 11B die Umfangsseitenfläche 9 dreifach umschließt. Durch diese Mehrfachsicherung durch Zugelemente 11, 11A, 11B ist ein besonders wirkungsvoller Schutz des Hitzeschildsteins im Betrieb bei Stoßbruchgefahr, Rissbildung oder Materialdurchriss gewährleistet. Der Hitzeschildstein 1 besteht hierbei aus einem keramischen Grundmaterial 19, insbesondere eine Feuerfestkeramik. Die Zugelemente 11, 11A, 11B bestehen vorteilhafterweise ebenfalls aus einem keramischen Material 15, beispielsweise einem keramischen Fasermaterial, welches band- oder schnur förmig geflochten oder gewebt ausgestaltet ist. Dadurch ist ein einfaches Umwickeln des Hitzeschildsteins 1 mit den Zugelementen 11, 11A, 11B unter Aufbringung einer gewissen Vorspannung in Umfangsrichtung möglich. Der Eingriff der Zugelemente 11, 11A, 11B in die jeweilige Umfangsnut 13, 13A, 13B sichert zugleich die Zugelemente 11, 11A, 11B vor einem Herauslösen.

[0040] Neben der quaderförmigen Geometrie der gezeigten Hitzeschildsteine 1 sind auch andere prismenförmige Geometrien, mit einer Vieleckgrundfläche, denkbar. Auch kann die Umfangsnut 13, 13A, 13B die Umfangsseitenfläche 9 lediglich teilweise umschließen. Die Anzahl und Anordnung von Umfangsnuten 13, 13A, 13B mit darin eingreifenden Zugelementen 11, 11A, 11B ist abhängig von der jeweiligen Geometrie und dem Belastungsfall des Hitzeschildsteins 1 auslegbar.

[0041] In FIG 10 ist eine Anordnung mit einem Hitzeschildstein 1 und einem weiteren Hitzeschildstein 1A dargestellt. Die Hitzeschildsteine 1, 1A weisen eine jeweilige Umfangsnut 13, 13A auf, in die ein jeweiliges Zugelement 11, 11A eingreift. Zur zusätzlichen Sicherung der Zugelemente 11, 11A ist jedes der Zugelemente 11, 11A zumindest teilweise mit dem jeweiligen Hitzeschildstein 1, 1A mittels eines Klebers 45 verklebt. Der Kleber 45 stellt eine feste Verbindung der Zugelemente 11, 11A mit den Hitzeschildsteinen 1, 1A in der jeweiligen Umfangsnut 13, 13A her.

[0042] Die Anordnung des Hitzeschildsteins 1 und des weiteren Hitzeschildsteins 1A erfolgt hierbei unter Bildung eines Spalts 35. Der Spalt 35 wird durch die Mehrfachanordnung der Zugelemente 11, 11A in den Umfangsnuten 13, 13A derart geschlossen, dass eine mögliche Durchströmung bei einer Beaufschlagung der Heißseite 3 mit einem heißen Medium, beispielsweise einem Heißgas, von einem der Heißseite 3 zugewandten Bereich durch den Spalt 35 zu einem der Wandseite 5 zugeordneten Bereich weitgehend unterbunden ist. Durch die Zugelemente 11, 11A werden in der Anordnung mit dem Hitzeschildstein 1 und dem weiteren Hitzeschildstein 1A diese gegenüber einem Überströmen von Heißgas geschützt. Neben dieser Dichtwirkung sind die Hitzeschildsteine 1, 1A gegenüber Relativbewegun-

gen entlang einer horizontalen Stoßachse 47 eingeschränkt, wobei zusätzlich durch die benachbart angeordneten Zugelemente 11,11A der jeweiligen Hitzeschildsteine 1, 1A im Bereich des Spalts 35 eine Stoßdämpfung entlang der horizontalen Stoßachse 47 erreicht ist. Dies ist von besonderem Vorteil beim Einsatz der Hitzeschildsteine 1,1A in der Brennkammer einer Gasturbine, wo Vibratoren infolge von Pulsationen der Verbrennung in der Brennkammer auftreten können, und die Gefahr eines Stoßbruchs besteht.

[0043] Die Draufsicht auf eine Anordnung eines Hitzeschildsteins 1 und eines weiteren Hitzeschildsteins 1A ist in FIG 11 dargestellt. FIG 11 zeigt dabei eine Tragstruktur 21, beispielsweise eine Tragwand, in die Befestigungsnuten 33 eingearbeitet sind. Die Befestigungsnuten 33 erstrecken sich dabei entlang einer Nutverlaufsachse 43 in der Tragstruktur 21. Über jeweilige Befestigungselemente 23 ist der Hitzeschildstein 1 und der weitere Hitzeschildstein 1A an der Tragstruktur 21 befestigt, wobei die Hitzeschildsteine 1,1A entlang der Nutverlaufsachse 43 benachbart zueinander angeordnet sind. Die Draufsicht der FIG 11 zeigt eine Ansicht der Hitzeschildsteine 1,1A auf die Heißseite 3, die im Betrieb mit einem heißen Gas, beispielsweise einem Verbrennungsgas, beaufschlagt ist. Jeder der Hitzeschildsteine 1,1A weist ein jeweiliges Zugelement 11,11A auf. Die Zugelemente 11,11A greifen in eine jeweilige Umfangsnut 13,13A der Hitzeschildsteine 1,1A, wobei eine Druckspannung normal zur Umfangsseitenfläche 9 erzeugt wird. Eine derartige Tragstruktur 21 mit daran befestigten Hitzeschildsteinen 1,1A ist beispielsweise in der Brennkammer einer Gasturbine eingesetzt. Dies soll im Folgenden anhand der FIG 12 kurz diskutiert werden.

[0044] FIG 12 zeigt stark schematisiert in einem Längsschnitt eine Gasturbine 27. Entlang einer Turbinenachse 37 sind aufeinander folgend angeordnet: ein Verdichter 39, eine Brennkammer 25 sowie ein Turbinenteil 41. Die Brennkammer 25 ist mit einer Brennkamerrauskleidung 29 innen ausgekleidet. Die Brennkamerrauskleidung 29 umfasst eine Brennkammerwand 31, die zugleich eine Tragstruktur 21 aufweist (vgl. auch FIG 11). Die Brennkamerrauskleidung 29 umfasst weiterhin Hitzeschildsteine 11,11A,11B die an der Tragstruktur 21 befestigt sind. Die Hitzeschildsteine 11,11A, 11B sind dabei gemäß den obigen Ausführungen gestaltet. Im Betrieb der Gasturbine 27 sind die Hitzeschildsteine 11,11A,11B mit einem heißen Medium M, insbesondere einem Heißgas, beaufschlagt. Dies führt zu erheblichen thermischen Belastungen der Heißseite 3 der Hitzeschildsteine 11,11A,11B. Gerade bei einer Gasturbine 27 kann es darüber hinaus zu erheblichen Vibratoren etwa durch Brennkammerbrummen kommen. Im Resonanzfall können sogar stoßartige akustische Brennkammerschwingungen mit großen Schwingungsamplituden auftreten. Diese Vibratoren führen zu einer erheblichen Beanspruchung der Brennkamerrauskleidung 29 und der davon umfassten Kompo-

nenten, wie beispielsweise der Tragstruktur 21 und der Hitzeschildsteine 1,1A,1B. Durch die Ausgestaltung der Hitzeschildsteine 1,1A,1B mit einem jeweiligen Zugelement 11,11A,11B wird der Bruchgefahr einerseits vorbeugt und andererseits im Bruchfall oder bei einer Rissbildung ein Notlaufbetrieb sichergestellt, so dass die passive Sicherheit gegenüber herkömmlichen Hitzeschildsteinen 1, 1A,1B deutlich erhöht ist. Dadurch ergibt sich eine besonders hohe Unempfindlichkeit der

10 Brennkamerrauskleidung 29 gegenüber Stößen oder Vibratoren. Die ein Zugelement 11,11A,11B aufweisenden Hitzeschildsteine 1,1A,1B sind dabei sowohl für eine Beaufschlagung mit den hohen Temperaturen eines heißen Mediums M, beispielsweise bis zu 1400 °C in einer Gasturbine 29, als auch gegenüber einem hohen mechanischen Energieeintrag infolge von Stößen und/ oder Vibratoren dauerhaft beständig.

## 20 Patentansprüche

1. Hitzeschildstein (1,1A), insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand (31), mit einer einem heißen Medium (M) aussetzbaren Heißseite (3), einer der Heißseite (3) gegenüberliegende Wandseite (5) und einer an die Heißseite (3) und die Wandseite (5) angrenzenden Umfangsseite (7), die eine Umfangsseitenfläche (9) aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** an der Umfangsseite (7) ein in Umfangsrichtung vorgespanntes Zugelement (11,11A,11B) vorgesehen ist, wobei eine Druckspannung (S1,S2,S3,S4) normal zur Umfangsseitenfläche erzeugt wird.
2. Hitzeschildstein (1,1A) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zugelement (11,11A,11B) sich zumindest bereichsweise in Umfangsrichtung erstreckt.
3. Hitzeschildstein nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Zugelemente (11,11A,11B) vorgesehen sind.
4. Hitzeschildstein (1,1A) nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Zugelement (11,11A) die Umfangsseitenfläche (9) vollständig umschließt.
5. Hitzeschildstein (1,1A) nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zugelement (11,11A,11B) die Umfangsseitenfläche mehrfach umschließt.
6. Hitzeschildstein (1,1A) nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsseite (7) eine Umfangsnut (13,13A) aufweist, in die ein Zugelement (11,11A) eingreift.

7. Hitzeschildstein (1,1A) nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine  
 weitere Umfangsnut (13B) vorgesehen ist, die zur  
 Umfangsnut (13A) beabstandet ist, wobei ein Zug-  
 element (11A) in die weitere Umfangsnut (13B) ein-  
 greift. 5

8. Hitzeschildstein (1,1A) nach einem der vorherge-  
 henden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zugelement 10  
 (11,11A,11B) als Schnur oder Band, insbesondere  
 geflochten oder gewebt, ausgestaltet ist.

9. Hitzeschildstein (1,1A) nach einem der vorherge-  
 henden Ansprüche, 15  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zugelement  
 (11,11A,11B) aus einem keramischen Material (15),  
 insbesondere aus einem keramischen Fasermate-  
 rial, besteht.

10. Hitzeschildstein (1,1A) nach einem der vorherge-  
 henden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zugelement  
 zumindest teilweise mit dem Hitzeschildstein (1,1A)  
 verklebt ist. 20 25

11. Hitzeschildstein (1,1A) nach einem der vorherge-  
 henden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** er aus einem ke-  
 ramischen Grundmaterial (18), insbesondere aus  
 einer Feuerfestkeramik, besteht. 30

12. Brennkammer (25) mit einer inneren Brennkam-  
 merauskleidung (29), die Hitzeschildsteine (1,1A)  
 nach einem der vorhergehenden Ansprüche auf-  
 weist. 35

13. Gasturbine (27) mit einer Brennkammer (25) nach  
 Anspruch 12.

40

45

50

55

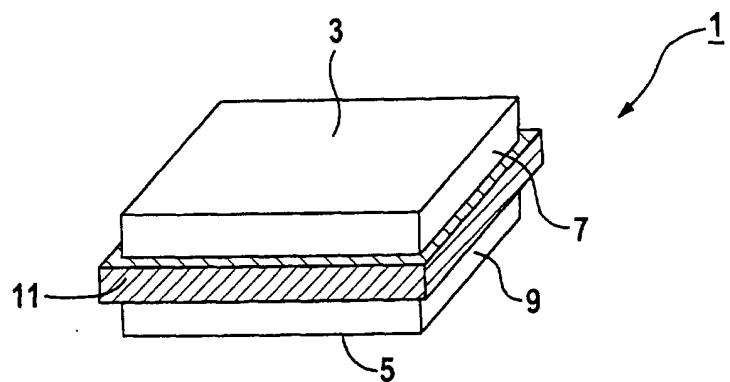


FIG 1

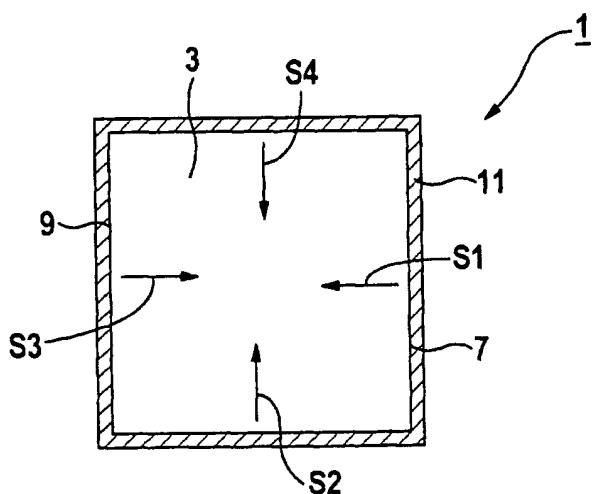


FIG 2

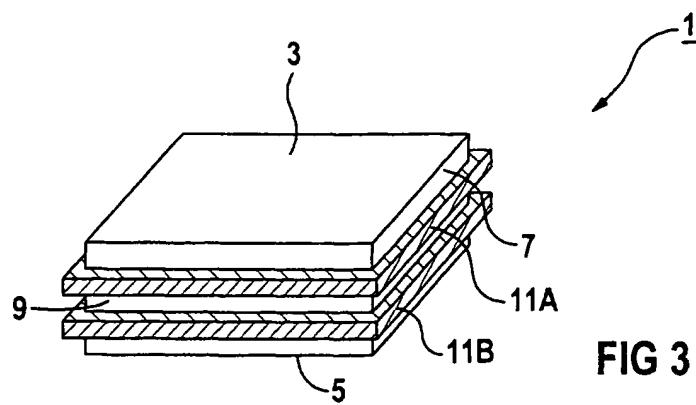


FIG 3

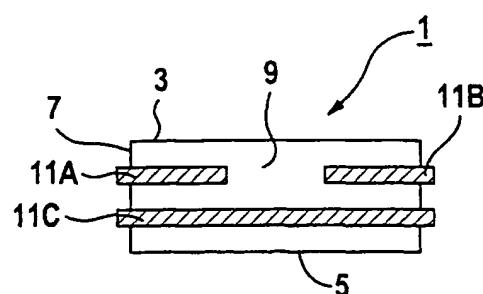


FIG 4

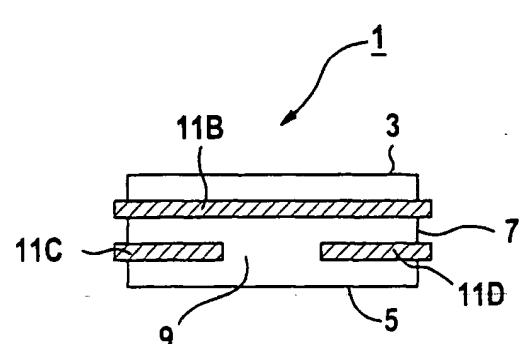


FIG 5

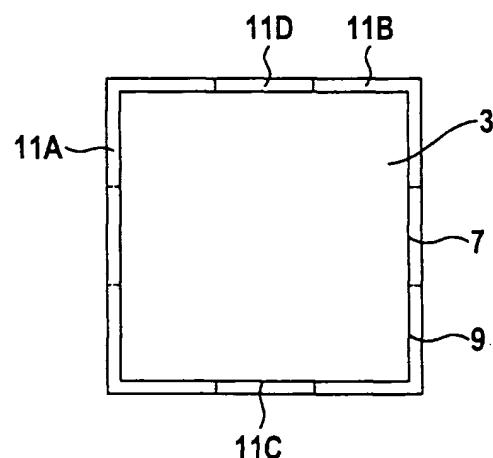
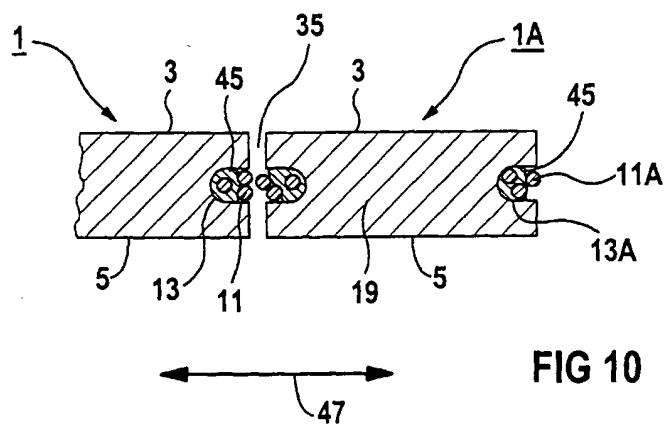
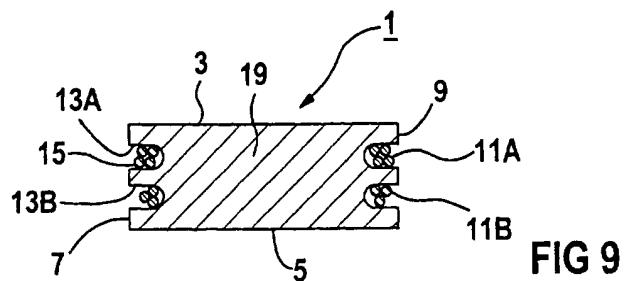
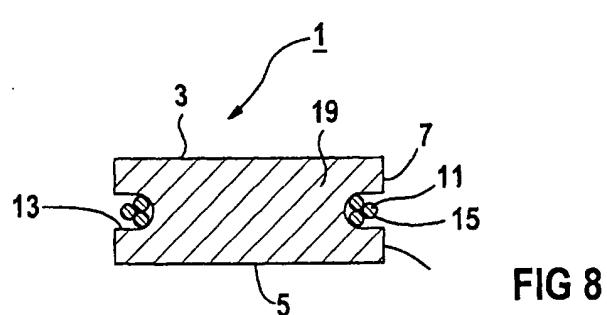
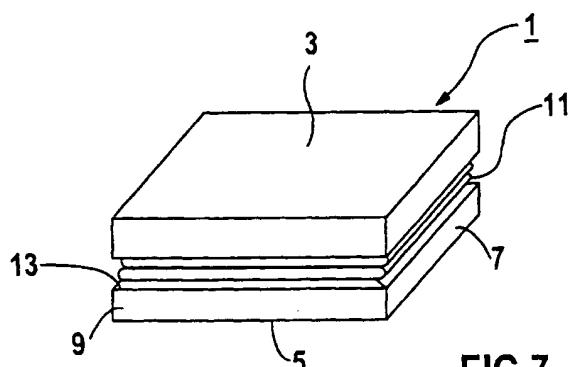


FIG 6



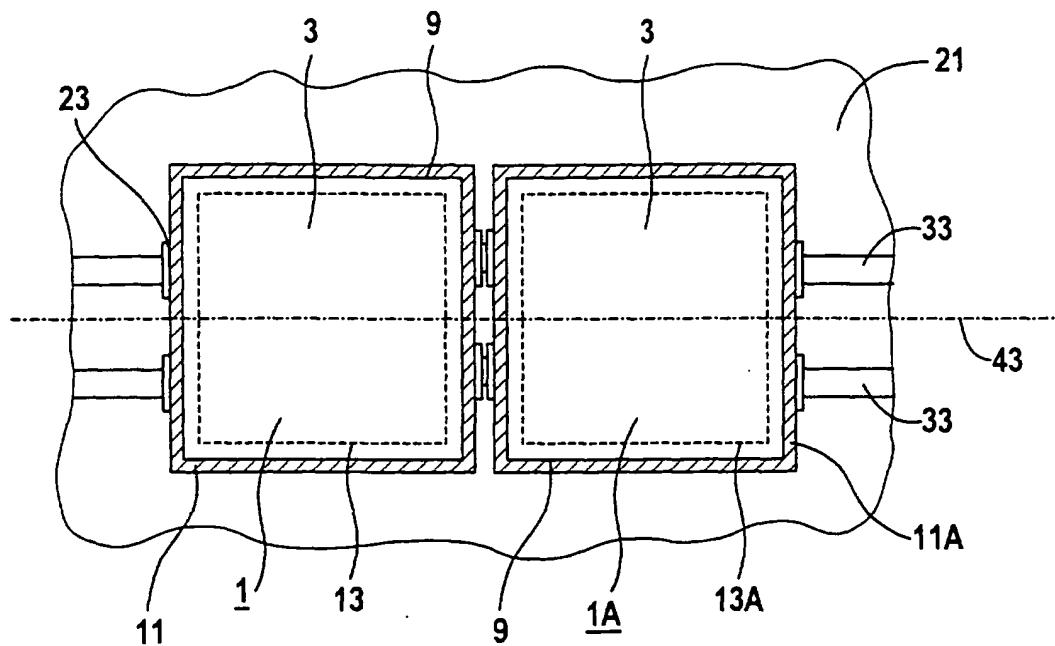


FIG 11

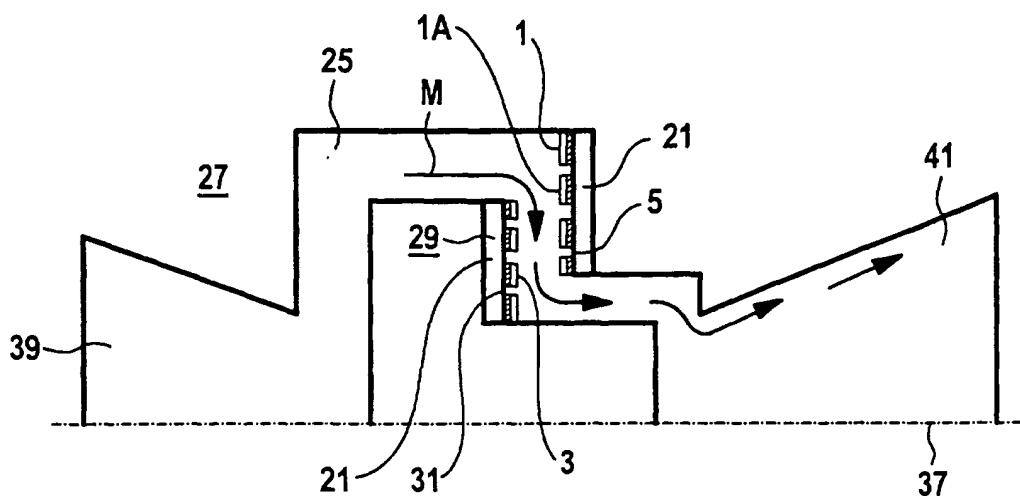


FIG 12



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 12 0788

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 3 665 870 A (LEWICKI STEPHEN) 30. Mai 1972 (1972-05-30) * das ganze Dokument * ---	1	F23R3/00 F23M5/02 F27D1/08 F27D1/06
A	US 4 334 858 A (IIYAMA MAKOTO ET AL) 15. Juni 1982 (1982-06-15) * das ganze Dokument * ---	1	
A	DE 43 14 160 A (SIEMENS AG) 18. November 1993 (1993-11-18) * Spalte 7, Zeile 58 – Spalte 8, Zeile 18; Abbildung 3 *	1	
A	DE 30 30 714 A (KELLER OFENBAU GMBH) 18. Februar 1982 (1982-02-18) * das ganze Dokument * ---	1	
A	FR 1 347 970 A (MINERALIMPEX) 1. April 1964 (1964-04-01) * das ganze Dokument * -----	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)			
F23R F23M F27D			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	29. Januar 2001		Coli, E
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<input checked="" type="checkbox"/> von besonderer Bedeutung allein betrachtet <input type="checkbox"/> von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie <input type="checkbox"/> technologischer Hintergrund <input type="checkbox"/> nichtschriftliche Offenbarung <input type="checkbox"/> Zwischenlitatur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 12 0788

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-01-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3665870	A	30-05-1972	BE	790006 A		01-02-1973
US 4334858	A	15-06-1982	JP	1244294 C	14-12-1984	
			JP	56026773 A	14-03-1981	
			JP	59019906 B	09-05-1984	
			CA	1150506 A	26-07-1983	
			DE	3029788 A	26-02-1981	
			FR	2463107 A	20-02-1981	
			GB	2055789 A,B	11-03-1981	
DE 4314160	A	18-11-1993		KEINE		
DE 3030714	A	18-02-1982		KEINE		
FR 1347970	A	01-04-1964		KEINE		

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**